

УДК 621.327:681.5

А.А. Красноруцкий

ПОСТРОЕНИЕ ПРАВИЛА ФОРМИРОВАНИЯ ПОЗИЦИОННЫХ СТРУКТУРНО-ВЕСОВЫХ ЧИСЕЛ В УСЛОВИЯХ КОДООБРАЗОВАНИЯ ПО ЗАДАННОЙ ДЛИНЕ

В статье обосновано, что для сокращения количества кодовой избыточности необходимо формировать позиционные структурно-весовые числа переменной длины. Излагается построение правила формирования позиционных структурно-весовых чисел переменной длины, что обеспечивает потенциал для реализации принципа кодообразования по максимальному заполнению кодового слова заданной длины в условиях исключения вариантов его переполнения и минимизации количества кодовой избыточности.

Ключевые слова: позиционное структурно-весовое число, принцип кодообразования, минимизация количества кодовой избыточности.

У статті обґрунтовано, що для скорочення кількості кодової надмірності необхідно формувати позиційні структурно-вагові числа змінної довжини. Дається побудова правила формування позиційних структурно-вагових чисел змінної довжини, що забезпечує потенціал для реалізації принципу кодопобудови по максимальному заповненню кодового слова заданої довжини в умовах виключення варіантів його переповнювання і мінімізації кількості кодової надмірності.

Ключові слова: позиційне структурно-вагове число, принцип кодопобудови, мінімізація кількості кодової надмірності.

It is proved that for the reduction of an amount of code surplus it is necessary to form the position structural gravimetric numbers of variable length. The construction of a rule of forming of position structural gravimetric numbers of variable length length providing the potential for the realization of a principle of forming of code on the maximal filling of code word of the set length in the conditions of exception of variants of his repletion and minimization of amount of code surplus is stated.

Keywords: position structural gravimetric number, a principle of forming of code, amount of code surplus.

Развитие инфокоммуникационных технологий с одной стороны и возросшие потребности в получении видеoinформационных услуг с другой стороны диктуют необходимость дальнейшего совершенствования технологий компрессии оцифрованных изображений [1; 2]. В связи с этим совершенствование методов сжатия видеоданных составляет актуальность научно-прикладных исследований.

Наиболее широкое использование в современной мультимедийной индустрии получили технологии компрессии на JPEG-платформе. Поэтому построение модернизированных методов перспективно осуществлять с использованием базовых составляющих JPEG-технологии. Одним из вариантов

является совершенствование стратегии обработки бинаризованных трансформант. В работе [3] показано, что такое совершенствование допускается проводить на базе построения позиционных структурно-весовых (ПСВ) чисел для бинарного описания трансформант. В работе [4] обосновывается эффективность разработки реверсного кодирования для расширенного ПСВ числа. В тоже время важным условием процесса сжатия является формирование равномерных кодов для ПСВ чисел переменной длины. Это позволит дополнительно снизить битовой скорости сжатого представления сегмента изображения и повысить устойчивость кодовых конструкций к ошибкам в канале связи. Таким образом, **цель исследований** заключается в разработке системы правил формирования позиционных структурно-весовых чисел в условиях кодообразования по заданной длине.

Разработка правила построения позиционных структурно-весовых чисел для кодообразования по заданной длине

Рассмотрим возможность разработанной технологии кодирования относительно устранения количества кодовой избыточности R_c , обусловленное наличием большого количества незначимых (нулевых) разрядов в кодовом слове заданной длины. При этом требуется обеспечить реализацию принципа кодообразования, состоящего в формировании кодового слова с заранее заданной длиной V_{ic} .

Для сокращения количества кодовой избыточности *предлагается* формировать ПСВ числа переменной длины, т.е. $S' = \text{var}$. Это обусловлено двумя свойствами позиционного структурно-весового кодирования, а именно, тем, что:

1) длина кода $C(S)_u$ увеличивается с ростом количества S элементов в ПСВ числе. Здесь u индекс ПСВ числа переменной длины, построенного для массива длин бинарных серий, $u = \overline{1, U}$. Причем $U \neq P$, где P – количество столбцов в массиве ДБС;

2) максимально допустимое значение $C(S)_{\max}$ кода ПСВ числа длиной S не будет превышать величины $\prod_{s=1}^S g_s$ накопленного произведения оснований g_s соответствующих элементов $s = \overline{1, S}$, т.е. $C(S)_u \leq C(S)_{\max} \leq (\prod_{s=1}^S g_s) - 1$.

Рассмотрим первое свойство. Допустим, что длина ПСВ числа равна S' , где $S' = S + \Delta S$, $\Delta S \geq 1$. Если $\Delta S = 1$, то код $C(S')_p$ вычисляется как

$$C(S')_p = \sum_{s=1}^{S'} \ell_{s,p} \prod_{\gamma=1}^{s-1} g_{\gamma} = \sum_{s=1}^S \ell_{s,p} \prod_{\gamma=1}^{s-1} g_{\gamma} + \ell_{S+1,p} g_S \prod_{\gamma=1}^{S-1} g_{\gamma}, \quad (1)$$

где $\sum_{s=1}^S \ell_{s,p} \prod_{\gamma=1}^{s-1} g_{\gamma}$ – составляющая кода для первых S элементов ПСВ числа;

$\ell_{S+1,p} g_S \prod_{\gamma=1}^{S-1} g_{\gamma}$ – составляющая кода для добавляемого элемента.

С учетом того, что $C(S)_p = \sum_{s=1}^S \ell_{s,p} \prod_{\gamma=1}^{s-1} g_{\gamma}$, $C(\Delta S=1)_p = \ell_{S+1,p} g_S \prod_{\gamma=1}^{S-1} g_{\gamma}$, получим $C(S')_p = C(S)_p + C(\Delta S=1)_p$. Отсюда можно заключить, что $C(S')_p > C(S)_p$.

Следовательно, растет количество разрядов на представление ПСВ кода, т.е. $V(C(S')_p) = [\log_2 C(S')_p] + 1 > V(C(S)_p)$. Здесь

$$V(C(S)_p) = [\log_2 (\sum_{s=1}^S \ell_{s,p} \prod_{\gamma=s+1}^S g_\gamma)] + 1; \quad V(C(S')_p) = [\log_2 (\sum_{s=1}^{S'} \ell'_{s,p} \prod_{\gamma=s+1}^{S'} g_\gamma)] + 1.$$

Рассмотрим второе свойство. В результате увеличения длины ПСВ числа соответственно повышается и количество компонент в векторе G' оснований его элементов. Отсюда расширяется диапазон допустимых значений ПСВ кода, а именно, если до увеличения длины ПСВ числа верхняя граница значения кода определяется как $C(S)_p \leq (\prod_{s=1}^S g_s) - 1$, то после его расширения получим $C(S')_p \leq (\prod_{s=1}^{S'} g_s) - 1 = (g_{S+1} \prod_{s=1}^S g_s) - 1$.

В этой формуле величина g_{S+1} является тем приростом в допустимом диапазоне значений кодов, который образуется в результате увеличения длины ПСВ числа на один элемент.

Соответственно увеличивается количество разрядов на представление максимального значения кода в случае расширения ПСВ числа. Действительно, если до расширения ПСВ числа на представление максимального значения его кода требовалось затратить количество $v(S)_{\max}$ разрядов равное

$$v(S)_{\max} = [\log_2 (\prod_{s=1}^S g_s - 1)] + 1 \leq [\sum_{s=1}^S \log_2 g_s] + 1,$$

то после расширения на ΔS элементов требуется затратить $v(S')_{\max}$

$$v(S')_{\max} = [\log_2 \prod_{s=1}^S g_s + \log_2 \prod_{\gamma=S+1}^{S'} g_\gamma] + 1 = [\sum_{s=1}^S \log_2 g_s + \sum_{\gamma=S+1}^{S'} \log_2 g_\gamma] + 1. \quad (2)$$

Откуда можно заключить, что за счет расширения ПСВ числа максимальная длина его кода будет увеличиваться на величину, равную $\sum_{\gamma=S+1}^{S'} \log_2 g_\gamma$ бит.

На основе анализа выражения (2) можно заключить, что для определения максимальной длины кода, которое может быть сформировано для текущей длины расширенного ПСВ числа, не требуется наличие априорной информации о его конечной длине. Это позволяет определять величину $v(S')_{\max}$ на основе информации об основаниях ранее обработанных элементов расширенного ПСВ числа.

Данное свойство реверсного ПСВ кодирования обеспечивает потенциал для реализации принципа кодообразования по максимальному заполнению кодового слова заданной длины V_{ic} .

Поэтому увеличения длины кода, и соответственно длины кодового слова на его представление, можно добиться путем повышения длины ПСВ числа.

В условиях формирования кодового значения для ПСВ числа переменной длины необходимо определить длину S' расширенного ПСВ числа так, чтобы выполнялось условие минимизации количества кодовой избыточности R_c , т.е.

$$R_c = V_{ic} - v(S')_{\max} \rightarrow \min.$$

Отсюда величина S' определяется как $S' = \arg\{\min(V_{ic} - v(S')_{\max})\}$ или с учетом соотношения (2) получим $S' = \arg\{\min(V_{ic} - [\sum_{s=1}^{S'} \ell \log_2 g_s] + 1)\}$.

При этом для исключения переполнения кодового слова выбранной длины требуется дополнительно обеспечить выполнение условия $v(S')_{\max} \leq V_{ic}$, т.е. длина ПСВ числа должна быть такой, чтобы количество разрядов $v(S')_{\max}$ на представление максимально возможного значения его кода $C(S')_{\max}$ не превышало заданную длину кодового слова V_{ic} . В тоже время для сокращения времени обработки условимся формировать ПСВ числа только из смежных элементов массива длин бинарных серий (т.е. исключаются разрывы в позициях элементов). Тогда обобщенно условие выбора длины расширенного ПСВ числа, чтобы исключить переполнение кодового слова заданной длины, примет следующий вид:

$$S' = \arg\left\{ \min_{v(S')_{\max} \leq V_{ic}} (V_{ic} - [\sum_{s=1}^{S'} \ell \log_2 g_s] + 1) \right\}. \quad (3)$$

Для определения величины S' в соответствии с условием (3) предлагается использовать рекуррентную схему.

Выводы

1. Обосновано, что для сокращения количества кодовой избыточности необходимо формировать ПСВ числа переменной длины.

2. Построено правило формирования ПСВ чисел переменной длины на основе того, что:

– для определения максимальной длины кода, которое может быть сформировано для текущей длины расширенного ПСВ числа, не требуется наличие априорной информации о его конечной длине;

– для сокращения времени обработки формирование ПСВ числа проводится только из смежных элементов массива длин бинарных серий (т.е. исключаются разрывы в позициях элементов).

Это обеспечивает потенциал для реализации принципа кодообразования по максимальному заполнению кодового слова заданной длины в условиях исключения вариантов его переполнения и минимизации количества кодовой избыточности.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Олифер В.Г. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы: Учебник для вузов / В.Г. Олифер, Н.А. Олифер. – СПб. : Питер, 2006. – 958 с.

2. Gonzales R.C. Digital image processing / R.C. Gonzales, R.E. Woods. – Prentice Inc. Upper Saddle River, New Jersey 2002. – 779 p.

3. Баранник В.В. Метод сжатия изображений на основе неравновесного позиционного кодирования битовых плоскостей / В.В. Баранник, Н.К. Гулак, Н.А. Королева //Радиоелектронні і комп'ютерні системи. – Х. : ХНАУ “ХАІ”, 2009. – Вип. 1. – С. 55–61.

4. Баранник В.В. Позиционное структурно-весовое кодирование бинарного представления трансформант / В.В. Баранник, А.А. Красноруцкий, А.В. Хаханова //Асу и устройства автоматики. – 2012. – Вип. 157. – С. 25–32.

Отримано 12.09.2012